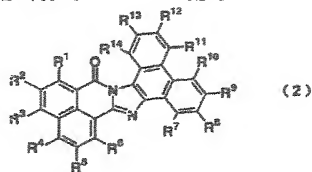


すものである。

【0016】正孔輸送層は正孔輸送性物質単または二種類以上の物質を被覆、混合するか正孔輸送性物質と高分子結着剤の混合物により形成され、正孔輸送性物質としてはN、N'-ジフェニル-N,N'-ジ(3-メチルフェニル)-4,4'-ジフェニル-1,1'-ジアニミン、N,N'-ジナフthalen-N,N'-ジフェニル-4,4'-ジフェニル-1,1'-ジアニミンなどのトリフェニルアミン類、ビス(N-アリルカルバゾール)またはビス(N-アリルカルバゾール)類、ヒラソリン誘導体、ステルベン系化合物、ヒドラゾン系化合物、オキサジアゾール誘導体やフタロシアニン誘導体、ポリフィリン誘導体に代表される複素環化合物、ポリマー系では前記単量体を側鎖に有するポリカーボネートやステレン誘導体、ポリビニルカルバゾール、ポリシランなどが好ましいが、素子作製に必要な薄膜を形成し、隔層から正孔が注入できて、さらに正孔を輸送できる化合物であれば特に限定されるものではない。

【0017】発光層は発光材料(ホスト材料、ドーパント材料)により形成され、これはホスト材料とドーパント材料との混合物であっても、ホスト材料単独であっても、いずれでもよい。ホスト材料とドーパント材料は、それぞれ一種類であっても、複数組み合わせてあっても、いずれでもよい。ドーパント材料はホスト材料の全体に含まれていても、部分的に含まれていても、いずれであってもよい。ドーパント材料は被覆されていても、分散されていても、いずれであってもよい。



(2)

【0024】ここで、R¹〜R¹⁴は同じでも異なっているが、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキシル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。但し、R³およびR⁴の少なくとも一つは前記Bである。

【0018】発光材料としては下記一般式(1)に示す化合物が高度発光を得るために好適に用いられる。

【0019】

【化8】



【0020】ここで、Aはペリノン誘導体、BはAに対する等方向転がらB-B間の立体反発により制限されている置換基、nは1〜4いずれか1の自然数である。

【0021】一般式(1)のBは、一般式(1)のAの蛍光特性を保持状態において保持し、発光素子において高輝度発光させる役割を担う置換基である。すなわちBは、Aに対する等方向転がらB-B間の立体反発により制限されてしまう置換基を形成しているため、薄膜状態において励起エネルギーを置換基の回転により無失活させてしまう確率を減少させ、発光量子収率が低下することを防ぐ。また、BはAに対しておけるために発光材料分子どうしのスタッキングを防ぎ、過度消光やエキサイプレックスあるいはエキサイマー形成を抑制することができる。これらの結果、発光素子において高輝度かつ高色純度の発光を得ることができる。この等方向転がら制限されていることは、分子模型や分子計算で容易に確認することができる。

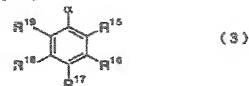
【0022】上記ペリノン誘導体としては下記一般式(2)に示す化合物が好適に用いられる。

【0023】

【化9】

を含む飽和脂肪族炭化水素基を示し、これは無置換でも置換されていてもかまわない。また、シクロアルケニル基とは例えばシクロペンタニル基、シクロペンタジエニル基、シクロヘキサニル基などの二重結合を含む飽和脂肪族炭化水素基を示し、これは無置換でも置換されていてもかまわない。また、アルコキシ基とは例えばメトキシ基などのエーテル結合を介した脂肪族炭化水素基を示し、脂肪族炭化水素基は無置換でも置換されていてもかまわない。また、アルキルチオ基とはアルコキシ基のエーテル結合の酸素原子が硫黄原子に置換されたものである。また、アリールエーテル基とは例えばフェニル基などのエーテル結合を介した芳香族炭化水素基を示し、芳香族炭化水素基は無置換でも置換されていてもかまわない。また、アリールチオエーテル基とはアリールエーテル基のエーテル結合の酸素原子が硫黄原子に置換されたものである。また、アリール基とは例えばフェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、フェナントリル基、ターフェニル基、ビレニル基などの芳香族炭化水素基を示し、これは無置換でも置換されていてもかまわない。また、複素環基とは例えばフリル基、チエニル基、オキサフリル基、ピリジル基、キノリル基、カルバゾリル基などの炭素以外の原子を有する環状構造基を示し、これは無置換でも置換されていてもかまわない。ハロゲンとはフッ素、塩素、臭素、ヨウ素を示す。ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキンとは例えばトリアルオロメチル基などの、前述のアルキル基、アルケニル基、アルキニル基の一部あるいは全部が、前述のハロゲンで置換されたものを示し、残りの部分は無置換でも置換されていてもかまわない。アルデヒド基、カルボニル基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基には脂肪族炭化水素、脂環式炭化水素、芳香族炭化水素、複素環基などで置換されたものも含み、さらに脂肪族炭化水素、脂環式炭化水素、芳香族炭化水素、複素環基は無置換でも置換されていてもかまわない。シリル基とは例えばトリメチルシリル基などのケイ素化合物基を示し、これは無置換でも置換されていてもかまわない。シロキシル基とは例えばトリメチルシロキシル基などのエーテル結合を介したケイ素化合物基を示し、これは無置換でも置換されていてもかまわない。隣接置換基との間に形成される縮合環または脂肪族環は無置換でも置換されていてもかまわない。【0026】上記等方向転がらA-B間またはB-B間いずれの立体反発によって制限されているが、より高輝度発光を得るためにはA-B間の立体反発により制限されている方が好ましい。このような効果を有するBとして、下記一般式(3)に示す骨格を有している置換基が好適に用いられる。【0027】

【化10】



(3)

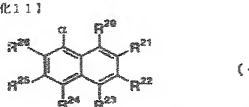
【0028】ここで、R¹⁵〜R¹⁸は同じでも異なっているが、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキシル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。但し、R¹⁵およびR¹⁶の少なくとも一つは水素以外の上記の置換基であるが、隣接置換基との間に縮合環または脂肪族環を形成するため、上記Aとの間に立体反発が生じ、BのAに対する等方向転がら制限される。

【0029】一般式(3)のR¹⁵およびR¹⁶の少なくとも一つは水素以外の置換基であるが、隣接置換基との間に縮合環または脂肪族環を形成するため、上記Aとの間に立体反発が生じ、BのAに対する等方向転がら制限される。

【0030】さらに、安定して高輝度発光を得るためには、上記R¹⁵およびR¹⁶の少なくとも一つが隣接置換基との間に縮合環を形成した方が明るさに優れるためより好ましい。したがって前記Bとして、下記一般式(4)に示す骨格を有している置換基が好適に用いられる。

【0031】

【化11】

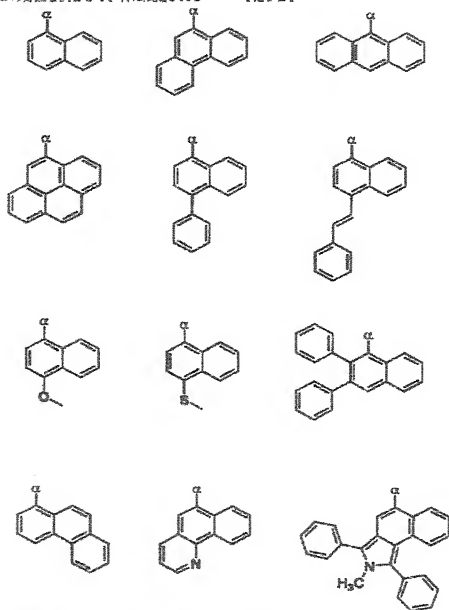


(4)

【0032】ここで、R¹⁹〜R²²は同じでも異なっているが、水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキシル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。但し、R¹⁹およびR²⁰の少なくとも一つは前記Bである。

脂肪族環の中から選ばれる。αは前記Aとの連結部位を示す。これらの置換基の説明は上述したものと同じである。

【0033】上記Bの好適な例として、特に限定される

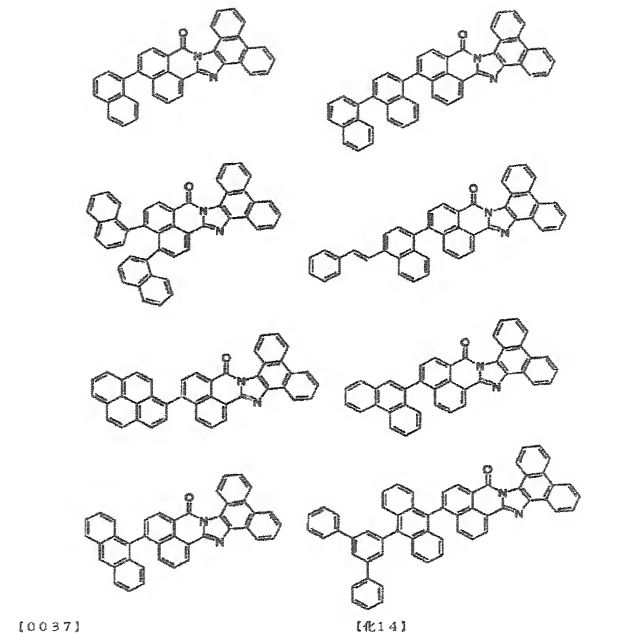


(12)

【0035】また、上記一般式(4)に示した置換基を有する前記ペリノン誘導体の好適な例として、特に限定されるものではないが、具体的には下記のような構造が挙げられる。

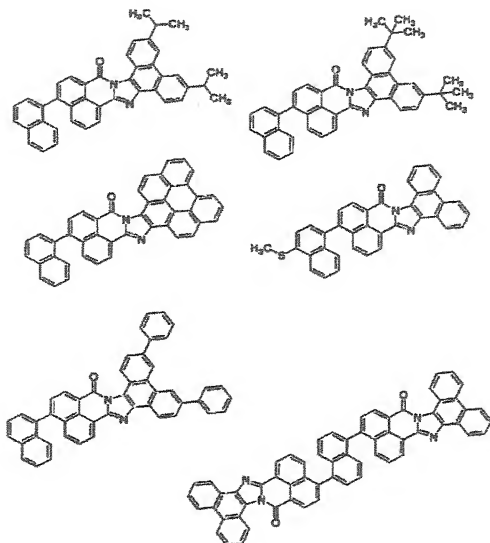
【0036】

【化13】



(14)

(0037)

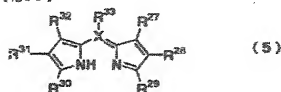


【0038】本発明の発光材料は赤色発光材料として好適に用いることができ、この赤色発光を得るためには、発光物質が、発光ピーク波長が580nm以上720nm以下の有機発光物質を含むことが好ましい。具体的には従来から知られている、ビス(ジイソプロピルフェニル)ペリレンテトラカルボン酸イミドなどのナフタリミド誘導体、ペリノン誘導体、アセチルアセトンとベンゾイルアセトンとフェナントロリンなどを配位子とするEu錯体などの希土類錯体、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-(p-ジメチルアミノステリル)-4H-ピランやその誘導体、マグネシウムフタロシアニン、アルミニウムクロロフタロシアニンなどの金属フタロシアニン誘導体、ローグミン化合物、デアザフラビン誘導体、クマリン誘導体、オキサジン化合物などを用いることが出来るが特にこれらに限定されるものではない。

【0039】高色純度の赤色発光を得るために、前記有

機発光物質として下記一般式(5)に示すピロメテン骨格を有する化合物もしくはその金属錯体を好適に用いることができる。

【0040】
【化15】

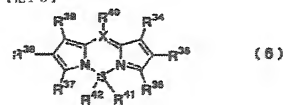


【0041】ここで、R²⁷~R³³のうち少なくとも一つは芳香環を含むかあるいは隣接置換基との間に縮合芳香環を形成し、残りは水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエー

テル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。Xは炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記R²⁶は存在しない。金属錯体の金属は、ホウ素、ベリリウム、マグネシウム、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、白金から選ばれる少なくとも一種である。これらの置換基の説明は上述したものと同一である。

【0042】さらに、高輝度特性を得るためには、蛍光量子収率が高いものがより好ましい。そこで、前記ピロメテン骨格を有する化合物の金属錯体として、下記一般式(6)で表される化合物をより好適に用いることができる。

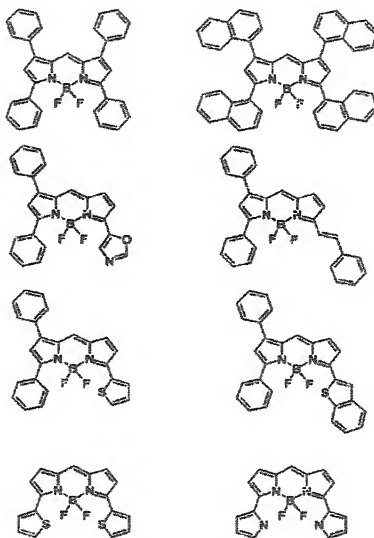
【0043】
【化16】



【0044】ここで、R³⁴~R⁴⁰のうち少なくとも一つは芳香環を含むかあるいは隣接置換基との間に縮合芳香環を形成し、残りは水素、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシ基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン、ハロアルカン、ハロアルケン、ハロアルキン、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基、隣接置換基との間に形成される縮合環および脂肪族環の中から選ばれる。R⁴¹およびR⁴²は同じでも異なってもよく、ハロゲン、水素、アルキル、アリール、複素環基から選ばれる。Xは炭素または窒素であるが、窒素の場合には上記R³⁴は存在しない。これらの置換基の説明は上述したものと同一である。

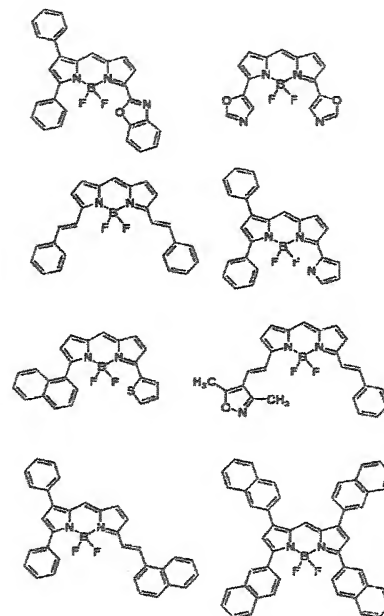
【0045】上記ピロメテン骨格を有する化合物の金属錯体の好適な例として、特に限定されるものではないが、具体的には下記のような構造が挙げられる。

【0046】
【化17】



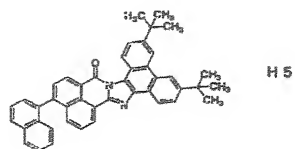
【0047】

【化18】

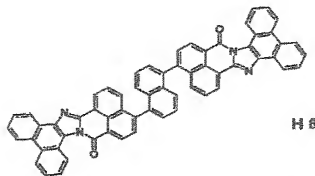


【0048】

【化19】



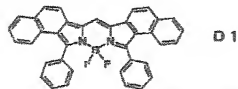
【0077】この発光素子の発光ピーク波長は573 nmであり、最高輝度が3150 cd/m²の高輝度発光が得られた。
 【0078】実施例6
 発光材料として下記に示すH6を用いた以外は実施例1と同様にして発光素子を作製した。
 【0079】
 【化26】



【0080】この発光素子の発光ピーク波長は584 nmであり、最高輝度が4490 cd/m²の高輝度発光が得られた。

【0081】実施例7
 正孔輸送層を形成した後に、ホスト材料として前記H1を、ドーパント材料として下記に示すD1（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は645 nm）を用いて、ドーパント材料の濃度を0.35 wt%になるように25 nmの厚さに共蒸着して発光層を形成し、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントリンを25 nmの厚さに蒸着して電子輸送層を形成し、最後に陰極を形成した以外は実施例1と同様にして発光素子を作製した。

【0082】
 【化27】

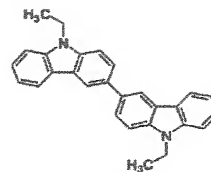


【0083】この発光素子からは、発光ピーク波長が638 nm、最高輝度が4540 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0084】実施例8
 ホスト材料として前記H5を用い、ドーパント材料の濃度を0.47 wt%とした以外は実施例7と同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは、発光ピーク波長が636 nm、最高輝度が5200 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0085】実施例9
 ホスト材料として前記H3を、ドーパント材料として前記D1を用いて、ドーパント材料の濃度が0.3 wt%になるように15 nmの厚さに共蒸着し、次にホスト材料を35 nmの厚さに蒸着して発光層を形成した以外は実施例1と同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは、発光ピーク波長が638 nm、最高輝度が3600 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

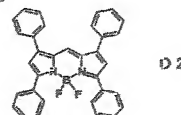
【0086】実施例10
 正孔輸送材料として下記に示すHTM1を、ホスト材料として前記H4を用い、ドーパント材料の濃度を0.39 wt%、発光層と電子輸送層の厚さをそれぞれ20 nmと30 nmとした以外は実施例7と同様にして発光素子を作製した。
 【0087】
 【化28】



【0088】この発光素子からは、発光ピーク波長が635 nmの高色純度の赤色発光が得られた。

【0089】実施例11
 ホスト材料として前記H5を、ドーパント材料として下記に示すD2（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は609 nm）を用い、ドーパント材料の濃度を0.55 wt%、発光層と電子輸送層の厚さをそれぞれ15 nmと40 nmとした以外は実施例10と同様にして発光素子を作製した。

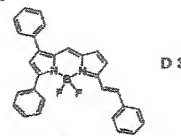
【0090】
 【化29】



【0091】この発光素子からは、発光ピーク波長が612 nm、最高輝度が5330 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0092】実施例12
 ドーパント材料として下記に示すD3（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は623 nm）を用いた以外は実施例11と同様にして発光素子を作製した。

【0093】
 【化30】

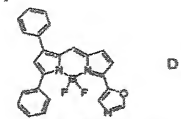


【0094】この発光素子からは、発光ピーク波長が628 nm、最高輝度が4890 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0095】実施例13

ドーパント材料として下記に示すD4（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は611 nm）を用い、ドーパント材料の濃度を0.38 wt%とした以外は実施例7と同様にして発光素子を作製した。

【0096】
 【化31】



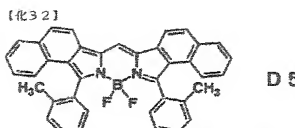
【0097】この発光素子からは、発光ピーク波長が613 nm、最高輝度が4740 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0098】実施例14
 ホスト材料として前記H5を用い、ドーパント材料の濃度を0.51 wt%とした以外は実施例13と同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは、発光ピーク波長が613 nm、最高輝度が6170 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0099】実施例15
 正孔輸送材料として前記HTM1を、ホスト材料として前記H5を、ドーパント材料として前記D4を用い、ドーパント材料の濃度を0.38 wt%とした以外は実施例9と同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは、発光ピーク波長が612 nm、最高輝度が6280 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0100】実施例16
 ホスト材料として前記H5を、ドーパント材料として下記に示すD5（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は621 nm）を用いて、ドーパント材料の濃度が0.3 wt%になるように15 nmの厚さに共蒸着し、ホスト材料を30 nm蒸着して発光層を形成し、電子輸送層の厚さを5 nmとし、銀の代わりにアルミニウムを用いた以外は実施例7と同様にして発光素子を作製した。

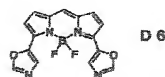
【0101】



【0102】この発光素子からは、発光ピーク波長が624 nm、最高輝度が3160 cd/m²の高輝度かつ高色純度の赤色発光が得られた。

【0103】実施例17
 ドーパント材料として下記に示すD6（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は615 nm）を用い、ドーパント材料の濃度を0.27 wt%とした以外は実施例16と同様にして発光素子を作製した。

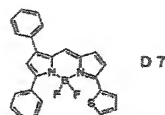
【0104】
 【化33】



【0105】この発光素子からは、発光ピーク波長が621 nmの高色純度の赤色発光が得られた。

【0106】実施例18
 ドーパント材料として下記に示すD7（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は620 nm）を用い、ドーパント材料の濃度を0.32 wt%とした以外は実施例16と同様にして発光素子を作製した。

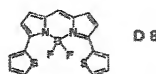
【0107】
 【化34】



【0108】この発光素子からは、発光ピーク波長が627 nmの高色純度の赤色発光が得られた。

【0109】実施例19
 ドーパント材料として下記に示すD8（ジクロロメタン溶液中の蛍光ピーク波長は640 nm）を用い、ドーパント材料の濃度を0.46 wt%とした以外は実施例16と同様にして発光素子を作製した。

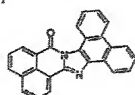
【0110】
 【化35】



【0111】この発光素子からは、発光ピーク波長が647 nmの高色純度の赤色発光が得られた。

【0112】比較例1
 発光材料として下記に示すH7を用いた以外は実施例1と同様にして発光素子を作製した。

【0113】
 【化36】



【0114】この発光素子からは、発光ピーク波長が580 nm、最高輝度が550 cd/m²の低輝度な発光しか得られなかった。

【0115】比較例2
 ホスト材料として前記H7を用いた以外は実施例7と同様にして発光素子を作製した。この発光素子からは、発光ピーク波長が638 nm、最高輝度が110 cd/m²の低輝度な赤色発光しか得られなかった。

【0116】実施例20
 ITO透明電極を150 nm堆積させたガラス基板（旭硝子（株）製、15Ω/□、電子ビーム黒着品）を30×40 mmに切断、フォトリソグラフィ法によって300 μmピッチ（残リ幅270 μm）×32本のストライプ状にパターン加工した。ITOストライプの長辺方向片側は外部との電気的接続を容易にするために、27 mmピッチ（開口部幅80 μm）まで広がっている。得られた基板をアセトン、セミコクリン56で各々15分間超音波洗浄してから、超純水で洗浄した。続いてイソプロピルアルコールで15分間超音波洗浄してから熱メタノールに15分間浸漬させて乾燥させた。この基板を素子を作製する直前に1時間UV-オゾン処理し、真空黒着装置内に設置して、装置内の真空度が5×10⁻⁴ Pa以下になるまで排気した。抵抗加熱法によって、まず前記TPDを100 nm蒸着した。次にホスト材料として前記H1を、ドーパント材料として前記D4を用いて、ドーパントが1 wt%になるように50 nmの厚さに共蒸着し、ホスト材料を50 nmの厚さに積層した。次に厚さ50 μmのコパル酸にウェットエッチングによって16本の250 μmの開口部（残リ幅50 μm、300 μmピッチに相当）を設けたマスクを、真空中でITOストライプに直交するようにマスク交換し、マスクとITO基板が密着するように裏面から磁石

で固定した。そしてマグネシウムを50 nm、アルミニウムを150 nm蒸着して32×16ドットマトリクス素子を作製した。本素子をマトリクス駆動させたところ、クロストークなく文字表示できた。

フロントページの続き

Fターム(参考) 3K07 AB03 AB04 AB17 BA06 CA01 CB01 CB03 DA00 EB03 EB00 FA01 SC094 AN06 AA10 AA60 BA27 CA19 EA05 EB02 BA05 HA06 HA08

【0117】
 【発明の効果】本発明は、電気エネルギーの利用効率が高く、高輝度かつ高色純度の発光素子を提供できるものである。

